

トルコ・マルマラ地震被災都市アダパザルにおける減築型市街地再 建遷移に関する研究

Space Succession of Rebuilding City in case of Adapazari, Turkey after 1999
Marmara Earthquake

市古 太郎¹, 澤田 雅浩², 池田 浩敬³, 中林 一樹¹
Taro ICHIKO¹, Masahiro SAWADA², Hirotaka IKEDADA³ and
Itsuki NAKABAYASHI¹

¹ 首都大学東京 都市システム科学域

Department of Urban System Science, Tokyo Metropolitan University

² 長岡造形大学 環境デザイン学部

Department of Environmental Design, Nagaoka Institute of Design

³ 富士常葉大学 環境防災学部

Department of Environment and Disaster Research, Fuji Tokoha University.

Adapazari-city lived in 35 million people was damaged hardly by 1999 Marmara Earthquake. 3988 people died and various recovery policies has been implemented. In this study, building appearance survey conducted in disaster-stricken area over 3 years. Under building regulation limited 2 building stories, 28 percent of sample data have been rebuilt. On the contrary, 12.2 percent of that has not been rebuilt. In conclusion city-reconstruction measures in Adapazari has been took into consideration.

Keywords: Marmara Earthquake, Adapazari, Turkey, succession process of urban recovery, building regulation for shake-proof, long-term urban recovery from earthquake disaster

1. 研究の背景と位置づけ

1999年8月(Mw7.4)と11月(Mw7.2)に発生したトルコ・マルマラ地震からの都市復興は「既成市街地への建築制限と3万7千戸に及ぶ郊外丘陵地への恒久住宅団地建設」を特徴とした「移転復興」事例として報告されてきた¹⁾。「移転復興」という場合、我が国の防災集合移転事業のように居住地としての再建を断念し、別の場所へ移転する方式が想定されるが、マルマラ地震における被災都市復興の多くは、現地敷地での建物再建形態(階数)を規制し、代わりに郊外地域で計画的に市街地整備と誘導を図るいわば「母都市成長管理型移転復興」と考えられる方式で、この方式により都市復興が進められた都市として、本稿で対象とするアダパザルの他、イズミット、ヤロワ、デュズジェ、ボルといった都市がある。

アダパザルはこの「既成市街地への建築制限と郊外丘陵地への恒久住宅団地建設」に加えて、後述するが①地方政府(大都市圏庁)による被災者向けにこだわらない宅地開発¹⁾、②中心部における階数制限下の商業業務機能維持という方針に基づく都市復興が特徴的である。

アダパザルにおけるマルマラ地震からの復興をめぐるのは、アダパザルにおける構造物被害や都市復興計画スキームについての報告²⁾、応急テント村や仮設住宅といった応急住宅対応に関するトルコ政府やアダパザル大都市自治体による公的レポート、市民社会論の視点からの応急対応に関する考証³⁾といった先行研究があるが、郊外での住宅地整備と中心市街地での建物階数制限という都市復興手法上の特徴をもつアダパザルの都市復興実態について、即地的な現地調査は実施されておらず、被災した地域で復興に向けて建築制限が強化された際、その

制限下でどのような都市復興になるか、明らかにされていない。よって本研究では、1999年に発生したトルコマルマラ地震におけるアダパザルの都市復興に関し、中心市街地で階数制限が導入された場合の空間再建遷移について検証するという問題意識から、次の3点を明らかにしようとするものである。

第1にアダパザルにおける主にトルコ災害法に基づく公共事業住宅省による復旧復興対応と、被災地域の自治体であるアダパザル市(2000年に大都市自治体)の都市復興への取り組みを整理し、現地再建調査の位置づけを明らかにする。第2に発災から9年後の2008年時点での再建状況をアダパザル市による被害状況結果を空間マッチさせて分析する。第3に2005年、2006年にも実施した現地再建調査から発災から6年目、7年目、9年目の計3時点での市街地空間遷移を、遷移確率行列を用いて分析する。

本研究で用いるデータは、現地調査で得た観察測定データ、大都市圏自治体や中央政府といった関係機関への聞き取り記録と入手資料、住家再建者へのインタビュー記録に依っている。

2. アダパザルにおける住宅再建と復興都市計画

被災地全体の住宅再建と都市復興については中林ら⁴⁾に詳しい。アダパザルにおけるマルマラ地震発生から避難生活対応および住宅再建の全体的な様相を、現地入手資料および関係機関への聞き取りから整理しておく。

Gülkan⁵⁾や Balamir⁶⁾も指摘するように、トルコにおける被災都市の都市復興・住宅再建は、主に災害法(7269号, 1959年制定)と都市計画法(3194号, 1985年制定)の2つを根拠とし、これに大都市圏庁区域では大都市圏

法令（3030 号法令，1984 年制定）が加わる。マルマラ地震でもこの法制度が適用された。以下、本文で災害法とは 7269 号法を，都市計画法は 3194 号法をさす。

また復興事業の主体として，トルコ公共事業住宅省は，災害法 13 条に基づき，後述する被害調査認定，仮設住宅供給など国による災害対応の拠点となる技術委員会を国／地域／県といった適切な範囲で設置する。マルマラ地震では，中央政府の災害本部に加えて，サカルヤ県を含む 5 つの県に技術委員会が設置された。また災害法第 29 条に基づき，中央政府は恒久住宅の建設にあたったが，1968 年の災害法追加第 5 条に基づき，その建設実施組織がアンカラと各県に設置された。

(1) アダパザルにおける人的および建物被害

首相府危機管理センター資料によれば，被災地全体の人的被害は死者 18,243 人，負傷者 48,901 人である⁽²⁾。アダパザル大都市圏庁においては，死者 3,988 名，負傷者 5,180 名で，死者数が被災地域全体の 21.9%，負傷者数で 8.2%にあたる。

建物被害については災害法に基づき公共事業住宅省（PWS）が実施した調査がある（表 1）。被災建物構造の特徴として，RC で柱と床板を構築し壁をレンガで充填した 5 階程度の構造が多かったことが報告されているが，サカルヤ県でも同様の傾向にあった。また日本地盤工学会調査団は，アダパザル市中心部において，液状化現象が見られた範囲を報告している²⁾。

表 1 サカルヤ県における公的建物被災認定結果

	サカルヤ県全体		アダパザル 大都市圏庁
	住戸数	建物棟数	住戸数
大被害 (Agir-Yikik)	24,774	9,490	15,781
中被害 (Orta)	18,511	7,689	10,514
小被害 (Az)	27,944	15,162	9,699
無被害 (Hasarsiz)	24,448	13,528	6,275

(2) 避難生活のためのテント村と応急仮設住宅

避難生活のための応急テントは，医療ケアなど必要なサービスを併せて提供するための「テント村」として設置された。公的設置テント数はマルマラ地震被災地全体で 156 箇所，101,446 張に対し，アダパザルでは 43 箇所，42,745 張りと報告され，箇所数で被災地全体の 27.6%を占めている（PWS 資料）。

テント生活の不便に加え，テントには夏用のものも含まれ越冬の問題もあった。そのため応急仮設住宅が被災地全体で 44,433 戸，公共事業住宅省と各種援助団体の 2 者から供給された。

各種援助団体の中には，国内の業者団体等の他，イスラエルや兵庫県といった外国からの支援も含まれる。サカルヤ県では，公共事業住宅省によって 5,857 戸，援助団体によって 4,518 戸の合計 10,375 戸建設された。当初は 11 月末までに完成目標のところ，積雪期に間に合わず，テントで越冬した世帯もあった。またアダパザル中心部には店舗仮設も建設された。

(3) 公的被災調査と被災建物有権者認定

住宅再建支援の根拠として災害法に基づく公的被災認定が実施される。この認定は，構造的被災認定と申請した被災建物所有者を法的支援対象者とみなす被災建物有権者認定の 2 段階で構成されている。このようなマルマラ地震における災害法の運用実態は澤田⁷⁾に詳しいが，特徴は次の点である。

まず建物被災調査が，中央省庁の技術職員によって実施され，所有者への通知後，15 日間の不服申し立て期間中に異議申し立てなければ，決定となる（災害法第 13 条）。建物所有者にとって，この認定は日本のように直接的な公的支援申請に利用できるものではなく，逆に「大規模被害」と認定された場合は「撤去」の義務が，「中程度被害」と認定された場合は「修理」の義務（この義務を果たさねば居住許可が下りない）が課せられる。

公的支援の根拠となるのは「被災建物有権者」という認定である。これは「大規模」もしくは「中程度」被災建物所有者の公的再建支援策の申請と承認による（災害法第 29 条,30 条）。表 2 は家屋被害有権者の権利行使状況である。表 1 と比較すれば，サカルヤ県全体で大被害 24,774 戸に対して恒久住宅購入と再建融資を合計した件数は 11,829 件と大被害件数の 48%に留まっていることがわかる。

表 2 被災建物有権者権利行使状況（件）

		サカルヤ県全体	アダパザル 大都市自治体
大被害	恒久住宅取得	7,456	7,191
	住宅購入融資(E.Y.Y.)	4,373	2,651
中被害	修理特別融資	7,391	6,186
	再建融資(4133)	1,452	570

表 4 トルコとアダパザルの人口増加(1990-2000)

	1990年(人)	2000年(人)	増加率
トルコ全国	56,473,035	67,803,927	20.1%
うち，都市地域	33,656,275	44,006,274	30.8%
うち，農村地域	22,816,720	23,797,653	4.3%
サカルヤ県	683,281	756,168	10.7%
アダパザル大都市自治体	316,995	340,825	7.5%

表 3 アダパザルにおける持ち家および借家率

	世帯数	持家世帯比率	借家比率	無償利用比率	その他比率
トルコ全国1990年	11,047,560	71.2%	21.9%	N/D	6.9%
トルコ全国2000年	16,744,495	72.0%	21.6%	N/D	6.4%
サカルヤ県2000年	167,487	68.3%	19.0%	7.6%	5.1%
アダパザル大都市自治体2000年	70,366	56.4%	26.1%	10.7%	6.9%

一連の調査認定を担う公共事業住宅省へのインタビューからは、複数戸所有していても有権者資格が行使できるのは1人1住戸であり、被害認定と有権者行使件数の差はほとんどが住宅を複数戸所有し、賃貸に出していた分であろうとのことである。

そこで表3はアダバザルにおける持ち家および借家率である。アダバザル大都市圏庁では借家世帯率は26%となっている（「無償利用世帯」に仮設住宅入居が含まれるので実態はもっと高いであろう）。このような賃貸居住者を対象とした住宅再建支援策はなく、被災県全体の仮設住宅入居世帯のうち「被災建物有権者」は約3割（約1万3千世帯）と報告されているが、他方の7割に含まれる借家世帯の住宅再建の全体像は不明である。

(4)都市復興計画の策定経緯

トルコにおける（日常時の）都市計画は①地域計画、②環境整備基本計画、③整備建設計画、④建設実施計画の4つのスケールから構成され（都市計画法第5条）、①と②は中央政府が、②と③は市自治体が市評議会で決定する（都市計画法第8条）。また整備建設計画は自治体の都市計画マスタープランに該当し、実際の建築規制は④の建設実施計画に表現される。

法学者ケレシュが指摘するように「1985年法によって、市自治体は単に情報として市議会承認済みの計画を中央政府に送付すればよかった」という法解釈がある一方⁸⁾、都市計画法第9条は、中央政府がマスタープラン変更を発意し決定する権限（と条件）を定めている。

ただしこの都市計画法第9条に災害時の特例は規定されていない。災害時の都市復興計画立案における特例は災害法に規定され、中央政府が被災地域と認定（第2条）した地域では、建設基準が公共事業住宅省によって規制され（第3条）、道路公園などの公共施設や被災有権者向けの住宅建設計画を含めた③のマスタープランと同義となる復興事業計画を5ヶ月以内に作成することできる（第15条）。Gülkan⁹⁾は、1959年の災害法に基づき、被災居住地の復興計画策定が中央政府から県知事へ委任され、市の判断を待つことなしに、閣議決定により計画が決定され、事業実施に移された経緯を指摘している。また澤田⁷⁾もマルマラ地震における復興計画の立案をめくり、環境整備基本計画が地盤調査を基に見直され、これに準拠した階数制限を課す建設実施計画が作成された結果「地域ごとの計画の独自性を考慮する余裕が失われてしまった」と指摘している。

アダバザルでは復興計画の策定過程はどういう経緯をたどったか。地震前までの取り組みが影響を与えている。表4からもわかるように、アダバザルでは都市人口が増加傾向にある中、1984年の大都市圏法令に基づく大都市圏行政への移行検討が1990年代に始まっていた。アダバザル大都市圏庁へのヒアリングによれば、1996年頃から市街地拡張計画を検討し、1998年には計画を公表、国へ提案していた（これを以下1998年市域拡張計画とする⁹⁾）。このプランが掲げたビジョンは都市化への対応、すなわち住宅と産業のバランスのとれた市街地を計画的に形成することにあった。

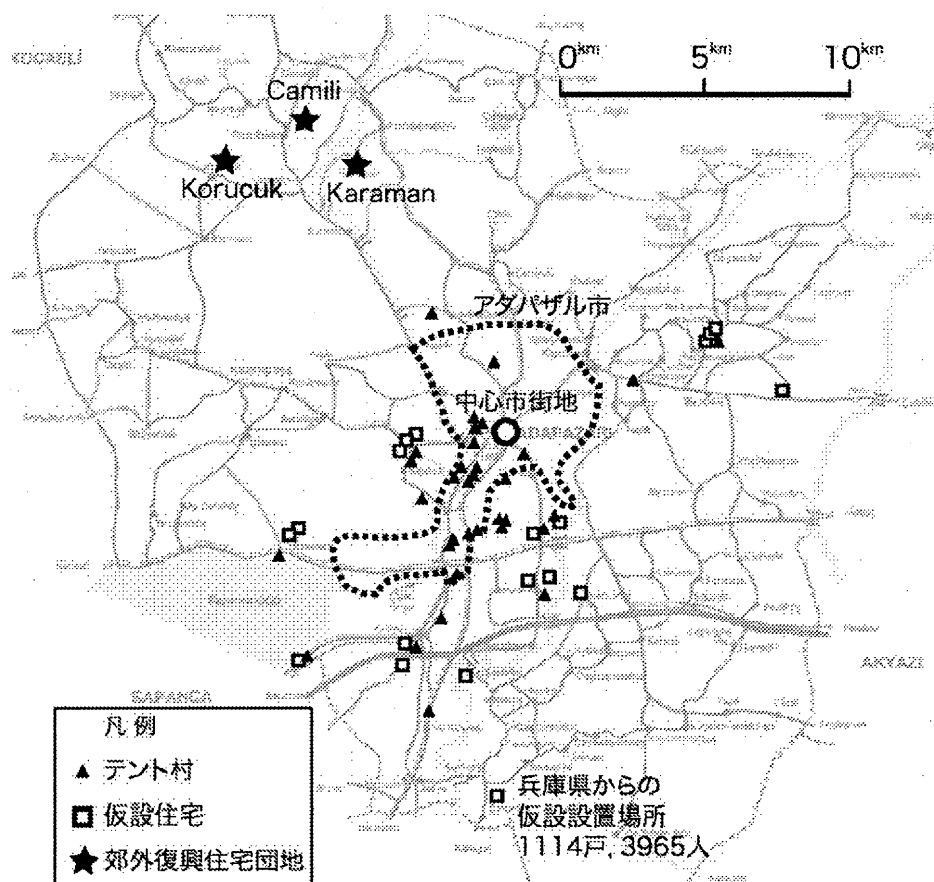


図1 アダバザルにおけるテント村・応急仮設住宅団地・復興住宅団地の立地状況

また地震防災の視点から、1943年と1967年の地震被害経緯を踏まえ、高密度化をコントロールし安全な市街地を形成していく、という目標が設定され、市街地化を図る適地が検討された結果、災害後の恒久住宅団地敷地ともなる地区を含めた周辺地域が都市化予定地として位置づけられた。なお、市域拡張計画は法的根拠をもつものではない。また市域拡張計画を提案した段階では、国が策定権限をもつ環境整備基本計画がサカリヤ県においては未策定であった。

マルマラ地震発生後、災害法に基づく復興事業実施のため、サカリヤ県に中央政府の機関が設置される。アダパザル市はこの機関と合同で地盤検査等を実施し、1/25,000の環境整備基本計画および復興住宅団地建設について1/5,000の復興事業計画を作成、1999年11月3日に中央政府により承認された。1/25,000の計画では公共事業住宅省によるカラマン地区に対する7500戸の恒久住宅建設が示されている他、大都市圏庁などによる4地区、合計1,200ha、計画居住人口35万人という住宅地整備構想が並置され、都市機能分散化(decentralization)のコンセプトをもった計画となっていた¹⁰⁾。

(5) 郊外恒久住宅分譲事業の実績

1999年11月の計画構想に対し、被災者向け復興恒久住宅として実際に分譲された戸数はカラマン地区とジャーミリ地区で合わせて8,228戸である。このうち公共事業住宅省によって3,168戸、世界銀行の融資に基づく内閣府による分譲が2,572戸、その他の機関による分譲が2,488戸であった¹¹⁾。8,228戸という供給戸数は、被災有権者数に見合う数という災害法の規定に基づく。

住宅団地では、病院建設と県庁舎移転は実施されているものの1,276戸供給された有権者用事業所は現地調査した限りでは空き店舗も目立ち、苦戦している。

大都市圏庁はそれでも1998年市域拡張計画をベースにインフラ整備を進めている。すなわち復興プロジェクトとして、既成市街地と復興住宅団地を結ぶバイパス道路の整備や、復興住宅団地に隣接するコルジュック地区でTOKIのスキームを使った住宅供給事業（被災有権者に限らず購入できる）が実施されている。

(6) 中心市街地の階数制限と商業機能の維持支援

発災後、液状化を伴う建物被害が集中した既成市街地に対しては、中央政府によるイニシアチブで最高2階建ての暫定的な階数制限が導入された（災害法第3条）。建築確認を行う市自治体では建築許可業務を通して階数制限を実施した。このプロセスはイズミット/ヤロウ/デュズジェ/ボルの各県でも同様である。その後地震から1年3ヶ月後の2000年11月15日に中央政府の計画科学委員会は、地盤調査結果などに基づいて建物階数制限の導入を提案した。この提案は旧アダパザル市域内では、マルテペ(Martepe)、フズルテペ(Hizirtepe)、ベシュコプル(Beskopru)の3地区は5階まで、他の既成宅地は2階建てまでという内容であった。アダパザル大都市自治体は、この提案に沿った内容で建設実施計画を策定した。なお1998年市域拡張計画で中心市街地の階数制限強化は提案していなかったが、またアダパザル市と周辺11の自治体で大都市自治体が発足したのは2000年3月6日であった（2004年には大都市圏法令の改正に伴い、周辺の9自治体もアダパザル大都市自治体に加わった）。

2階建てまでの建築制限下で、公的セクターによる中心市街地への投資が回避されているかと言えばそうでは

ない。中心市街地への来街者に対する避難場所ともなる防災公園や買い物客を見込んだ地下駐車場を市街地中心部に建設している。また地震博物館の建設、メインストリート（チャルク通り）の歩行者専用化などを実施し、まちのにぎわいづくりに貢献している。言い換えれば、住機能を郊外へ誘導する一方、商業業務機能は分散化の方針をとっておらず、2階建て制限下での再建に合わせ、地下駐車場の整備といった商業機能維持に向けた支援が図られている。

図2は避難テント村/仮設住宅/郊外復興住宅団地をプロットしたものである。これまでの記述内容の位置関係として、仮設住宅がテント村よりもやや郊外に、また復興住宅団地が仮設住宅のさらに郊外に位置していることがわかる。

3. 中心市街地建物再建実態調査の方法

(1) 調査の位置づけ

これまで述べてきた1999年マルマラ地震の復旧・復興経緯をふまえ、中心市街地調査の目的を次の3点に整理できる。

- ① [再建の量] そもそも建物階数制限下、中心市街地の建物再建はどれくらい進んでいるのか
- ② [再建建物の建物形態] 再建された建物はどのような建物形態か。
- ③ [再建遷移パターン] 被災/建物除去/仮設利用などを経緯して、どのような再建パターンで建物再建が進行しているのか。

特に上記の③についての分析手法として、本研究では土地利用遷移確率モデルを用いることとした。

(2) 土地利用遷移確率モデル

被災市街地空間において、住宅を含む建造環境の復興過程を分析した研究として、阪神地域における「街の復興カルテ」、台湾集集鎮を対象とした村尾の研究¹²⁾、中越地震後の川口町中心部を対象とした塩野¹³⁾の研究などがある。方法論という点で特に塩野は、戸建て住宅の現地再建を10段階で分析する方法を示し、被災後、敷地形状と住宅形式を大きく変更することなしに再建していく「同形態型再建」プロセスを定量化している。

ところで都市中心部では「同形態型再建」だけでなく「形態遷移型再建」もあり得る。すなわち、木造アパートが独立住宅となる場合、町工場が集合住宅にといった変化が考えられる。従って、都市中心部の空間再建過程を分析するには「同形態型再建」に加えて「形態遷移型再建」の定量化が必要となる。

実際、この種の「現形態再建」と「形態遷移再建」は発災後の再建プロセスに限った市街地変容ではなく、日常的にも起こっている現象である。この日常的な市街地空間の「土地利用遷移」を扱った研究として、土地利用遷移確率行列による方法がある。本研究でもこの方法を用いることにした。

ここで平常時の土地利用遷移確率モデルについて、石坂¹⁴⁾および青木ら¹⁵⁾を要約しつつ、これを災害復興に適用する場合の相違について説明する。

時点 t での土地利用類型 j の地点数を $x_j(t)$ ($j=1, \dots, n$)と表すと、対象区域の土地利用状況 (=空間再建状況) は $x_j(t)$ を要素とする $n \times 1$ ベクトル $x(t)$ と表すことがで

きる。

時点 t で j であった土地利用類型が次の時点 $t+1$ に i へ変化する確率を p_{ij} と表すと、この2時点間の土地利用遷移確率は p_{ij} を (i,j) 成分とする $n \times n$ の行列 P で表すことができる。このとき、時点 $t+1$ の市街地再建状況ベクトル $X(t+1)$ は

$$X(t+1) = PX(t) \quad \text{式 1}$$

となる。 p_{ij} は実観測値から計算され、定義より

$$\sum_{i=1}^n p_{ij} = 1 \quad \text{式 2}$$

である。平常時の土地利用分析では P が時点によらず一定であると仮定 (=定常マルコフ連鎖型モデル)。しかし災害からの市街地再建過程においては一定であるとは考えない。 P はそれぞれの期首間で相違するものと仮定される。この点、言い換えれば非定常マルコフ連鎖型モデルを仮定する点が、市街地復興に土地利用遷移確率モデルを適用する際の相違点である。

遷移確率モデルでは、土地利用変化表および土地利用遷移確率行列が基本的な記述統計情報となる。さらに式 1 で定義した土地利用遷移行列 P はスペクトル分解により次のように表せる。

$$P = \lambda_1(l_{11}v_1, l_{12}v_1, \dots, l_{1m}v_1) + \dots + \lambda_m(l_{m1}v_m, l_{m2}v_m, \dots, l_{mm}v_m) \quad \text{式 3}$$

λ_k : P の第 k 固有値

v_k : P の第 k 固有ベクトル

l_{ki} : P の対角化行列 L の逆行列 L^{-1} の (k,i) 要素

ここで i 番目の再建状況項目を表す標準基底 e_i を用いて次期の遷移を次のように表すことができる。

$$Pe_i - e_i = (\lambda_1 - 1)l_{1i}v_1 + (\lambda_2 - 1)l_{2i}v_2 + \dots + (\lambda_m - 1)l_{mi}v_m \quad \text{式 4}$$

この式から固有ベクトルが土地利用遷移の方向を、各固有値はその遷移の速度を、対角化行列の逆行列の各要素は対応する固有ベクトルの示す方向の影響力と解釈され、再建パターンの分析に適用を試みる。

(3) 現地調査の経緯

マルマラ地震の建物被害調査は、前述したように公共事業住宅省により実施されたが、県別集計結果以外は入手困難で、被害の空間分布を把握することは難しい。一方アダバザル大都市圏は震災後、世界銀行からの融資で建物被害状況を含む地図情報の作成に取り組んだ。この地図の使用を許可されベースマップとした(以下、この調査結果図を市街地被害状況図とする)。

旧アダバザル市(発災時の人口 18 万人)の既成市街地では、前述した3地区(マハレ)を除いて、2階建て階数制限が実施された。(1)で述べた調査目的、つまり①中心市街地のある程度の広がりをもった区域を対象に、②建物再建において2階建て制限の影響を受けやすい区域、という条件から区域設定した。すなわち①の条件から、図2にあるようにアダバザル中心部である鉄道駅を囲むおおよそ直径 500m を範囲とし、②の条件から発災前に5,6階程度の商業建物および住商併用建物(1階が商業系で2階以上が事務所または住宅系)が建ち並んでいた幹線道路の合計 8 本、全長約 4,500m を対象とした。一般的に幹線道路沿いの敷地は商業系建物への再建ポテンシャルも高く、2階建て階数制限下での再建状況の特徴が表れやすいと考えたためである。

したがって、本調査は面としての調査ではなく線としての調査であり、中心市街地における空間再建実態を捉えるためには、街路内部での調査結果を踏まえる必要がある⁽³⁾。

(4) 調査実施概要

現地調査は 2005 年、2006 年、2008 年の3時点で実施し、これに大都市圏による市街地被害状況図を用いて合計 4 時点のパネルデータを作成した。現地調査票は日本建築学会災害委員会の被害建物調査票を参考に、被害状況/建物構造/建物階数/建物用途/再建状況を項目化した。

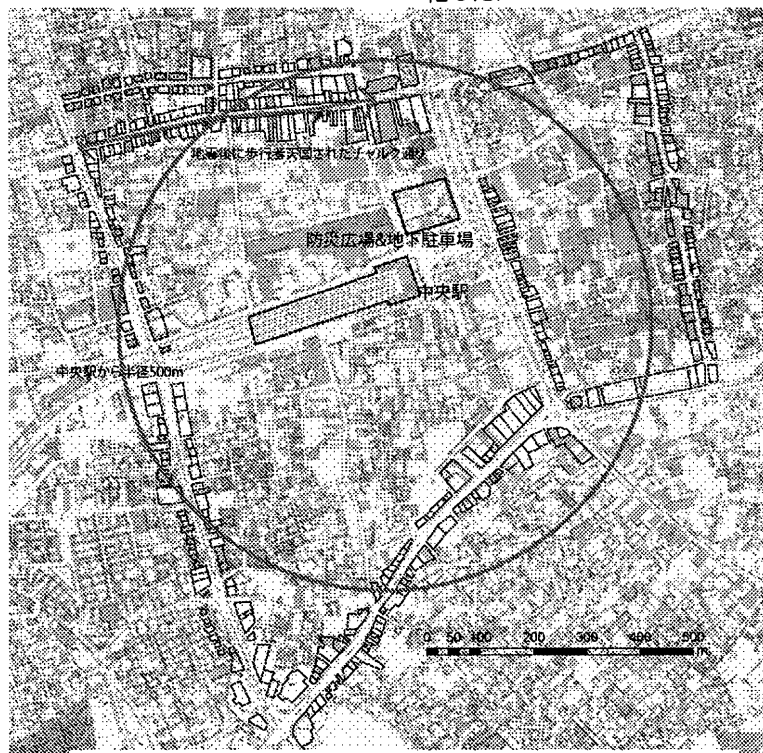


図2 アダバザル広域市作成の市街地図と調査対象地点

また GPS により調査地域の座標を取得し、データの GIS 化を行うため基準点を設定した。2006 年と 2008 年の現地調査では 2005 年撮影写真を携行し、変化を捕捉した⁽⁴⁾。

調査単位として、建物については棟を単位とし、空地の場合は塀などで境界が引かれていたり、駐車場利用と仮設店舗利用といった利用区分ごとに調査単位を設定した。その結果、全調査地点は 481 地点となった。

4. アダバザル中心部における遷移型再建の実態

(1) 現地調査データの特徴

まず現地調査第 1 回目である 2005 年調査結果からデータの特徴を整理しておく。

調査地点のうち 2005 年調査で建物のあった調査地点（建ぺい地）は 86.3%（415 地点）で、オープンスペースである非建ぺい地は 13.7%（66 地点）であった。図 3 は調査地点の面積ヒストグラムである。単位境界は現場で図化し、その後 GIS 化して面積計測した。建ぺい地のレンジは 24.4m²～3,608.6m²。モードは 1 つで 100m²～200m²のランクとなった。一方、非建ぺい地はモードが 200m²～300m²であり、非建ぺい地で建ぺい地よりも面積が大きい調査地点が多い傾向にある。

次に調査結果を市街地被害状況図にオーバーレイさせた結果が表 5 である。サカルヤ県全体の公的被害調査結果と比較して、大被害建物が比率で約 2 倍多くなっている。また公共事業住宅省の大被害認定建物で 2005 年調査で空地の場合を「直後解体」（112 件）、建物有りの場合を「直後残置」（77 件）に区分した。ヒアリングによれば、直後解体には全倒壊（いわゆるパンケーキクラッシュ）も含まれる。

(2) 実態調査の結果概要

被害状況図を含め 4 時点の集計値から再建過程を分析しておこう。現地調査から調査地点を、a 補修建物／b 新築再建建物（解体→再建建物）／c 建設工事中／d 仮設利用地／e 未再建空地／f 未再建利用空地／g 従前継続利用空地の 7 つに区分した。この類型を「再建形態類型」とする。7 類型のうち、前者 3 区分は建ぺい地、後者 4 区分は空地（非建ぺい地）である。

表 6 は 4 時点ごとの集計結果を示したものである。ここから、①a 補修建物と b 新築再建が増加していること。すなわち 2005 年から 2008 年の 3 年間でそれぞれ 6.0%と 28.1%増加している。その一方で、②c 建設工事中、d 仮設利用地、e 未再建空地は減少していること。③e 未再建利用空地と g 従前継続利用空地はサンプルが少ないが、ほぼ横ばい傾向にあること、がわかる。

次に表 7 は a 補修建物と b 新築再建の建物階数である。補修建物とは地震前の建物形態が大部分を占めるが、5 階建てで 31.6%と最頻ランクとなっている。これに対し b 新築再建では、1 階建てと 2 階建てを合わせて 91.4%に達しており、建築制限が遵守されていることがわかる。

また表 8 は a, b 類型の建物構造である。外観目視調査ではあるが、RC 柱+レンガ充填壁という構造の建物比率が、新築再建では下がっている。

表5 被害状況図と調査地点の図上照応結果

	大被害 (Heavy)	中被害 (Middle)	被害記載無	小計
建物有	77 カ所	33 カ所	219 カ所	329 カ所
空地(建物無)	112 カ所	8 カ所	32 カ所	152 カ所
小計	189 カ所 (39.3%)	41 カ所 (8.5%)	251 カ所 (52.2%)	381 カ所 (100%)
サカルヤ県の 公的被害結果	9,490 棟 20.7 (%)	7,689 棟 16.8 (%)	28,690 棟 62.5 (%)	45,869 棟 100 (%)

表6 被害と再建類型地点数の推移

被害	再建類型	2005 年	2006 年	2008 年
大被害建物 (直後解体)	補修建物	266 (69.8%)	266 (69.8%)	282 (74.0%)
大被害建物 (直後残置)	新築再建	64 (16.8%)	78 (20.5%)	82 (21.5%)
中被害建物	建設工事中	25 (6.6%)	22 (5.8%)	18 (4.7%)
小+無被害 建物	仮設利用地	66 (17.3%)	58 (15.2%)	55 (14.4%)
	未再建空地	43 (11.3%)	39 (10.2%)	29 (7.6%)
空地	未再建利用 空地	10 (2.6%)	10 (2.6%)	9 (2.4%)
	従前利用空地	7 (1.8%)	8 (2.1%)	8 (1.6%)

表7 補修建物と新築再建建物の階数(2008年)

(棟)	1F	2F	3F	4F	5F	6F 以上
補修建物	19 (6.7%)	65 (23.1%)	51 (18.1%)	49 (17.4%)	89 (31.6%)	9 (3.2%)
新築再建	12 (14.6%)	63 (76.6%)	6 (7.3%)	1 (1.2%)	0 (0%)	0 (0%)

表8 補修、新築再建、仮設利用地の建物構造(2008年)

(棟)	RC 柱+ レンガ壁	木造	鉄骨造	組積造	その他+ 不明
補修建物	240 (85.1%)	24 (8.5%)	5 (1.8%)	5 (1.8%)	8 (2.9%)
新築再建	45 (54.9%)	17 (20.7%)	8 (9.8%)	5 (6.1%)	4 (4.9%)

表9 補修、新築再建、仮設利用地の用途(2008年)

(棟)	商業利用	住商併用	住宅	その他
補修建物	87 (30.8%)	131 (46.5%)	53 (18.8%)	11 (3.9%)
新築再建	69 (84.2%)	4 (4.9%)	7 (8.5%)	2 (2.4%)
仮設利用地	48 (87.3%)	0 (0%)	2 (3.6%)	5 (9.1%)

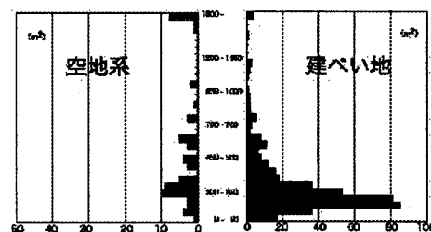


図3 調査地点の面積ヒストグラム

表9はd仮設利用地も含めた建物用途である。a補修建物で住商併用が多いのに対し、b,c 類型では商業用途建物が多いことがわかる。すなわち調査地点において、補修建物を滅失建物の従前建物形式と考えれば、発災時の住商併用建物から商業建物への遷移再建が起きている。

表10は市街地被害状況調査と2005年調査とのクロス表である。大被害（直後解体）ではd,e 類型で57.1%に達している。またb新築再建も23.2%を占めている。これに対し、大被害（直後残置）で補修済みと確認されたケースの割合が大きくなり、「中被害」や「小+無被害」ではa補修済みでそれぞれ73%, 85%に達している。またd仮設利用地が最も多く発生しているのは、大被害（直後解体）の32.1%で、次いで発生時に空地だったと考えられる地点の31.3%となっている。

(3)遷移行列の分析

先の定義に基づき表11は2005年から2006年への遷移確率行列 P^{0506} を、同じく表12は2006年から2008年への P^{0608} である。たとえば $p^{0506}(2,2)$ が1とは、2005年時点で新築再建だった調査地点の全てが、2006年調査で新築再建と確認できたことを表す。また $p^{0506}(2,3)=0.56$ とは、2006年で建設工事中だった地点の56%が新築再建に遷移したことを表す。

$p_{ij}=0$ の場合は期首間で一致する。よって p_{ij} が0以外の対応を見るためc建設工事中/d仮設利用地/e未再建空地の遷移確率を95%信頼区間で表示したのが図4である。なお青木らが指摘するように、 p_{ij} は二項分布に従い、さらにサンプル数が多い場合に正規分布に近似できることから信頼区間を算出した。

工事中からの遷移では遷移確率の大きい補修建物と新築再建への遷移がどちらも期首間で信頼区間が重ならない。これは仮設利用地と未再建空地からの遷移でも同様である。このことから、 p^{0506} と p^{0608} は有意に異なっていると見なすことができよう。

(4)期首間の遷移傾向分析

前述したように遷移確率行列における固有ベクトルは土地利用遷移の方向を、固有値はその遷移の速度を表し、式4から1より小さい固有値に対応する固有ベクトルが主要な土地利用遷移と解釈できる。また各項目ごとの遷移は l_k によって重み付けられる。ここで $(\lambda_k-1) l_k$ も行列で表現し遷移係数行列とする(表14,15)。ここから主要な遷移の例として、次のことが言える。

p^{0506} と p^{0608} は第7固有値が他と比べて小さく、したがって第7固有ベクトルが主要な土地利用遷移パターンと考えられる。

表10 被害状況と2005年/2008年調査とのクロス表（上段2005年，下段2008年）

	a補修建物	b新築再建	c建設工事中	d仮設利用地	e未再建空地	f未再建利用空地	g従前利用空地	小計
大被害（直後解体）	12(10.7%) 20(17.9%)	26(23.2%) 36(32.1%)	10(8.9%) 6(5.4%)	36(32.1%) 30(26.8%)	28(25.0%) 18(16.1%)	0(0%) 2(1.8%)	0(0%) 0(0%)	112
大被害（直後残置）	35(45.5%) 39(8.1%)	14(18.2%) 17(22.0%)	5(6.5%) 3(3.9%)	15(19.5%) 13(16.9%)	8(10.4%) 5(6.5%)	0(0%) 0(0%)	0(0%) 0(0%)	77
中被害	30(73.2%) 30(73.2%)	4(9.8%) 4(9.8%)	3(7.3%) 1(2.4%)	1(2.4%) 3(7.32%)	2(4.9%) 1(2.4%)	1(2.4%) 1(2.4%)	0(0%) 0(0%)	41
小+無被害	187(85.4%) 190(86.8%)	12(5.5%) 16(7.3%)	5(2.3%) 3(1.4%)	4(1.8%) 3(1.4%)	3(1.4%) 1(0.5%)	5(2.3%) 4(1.8%)	3(1.4%) 2(0.9%)	219
空地	2(6.3%) 3(9.4%)	8(25.0%) 9(28.1%)	2(6.3%) 4(12.5%)	10(31.3%) 8(25.0%)	2(6.3%) 2(6.3%)	4(12.5%) 2(6.3%)	4(12.5%) 4(12.5%)	32
小計	266 282	64 82	25 18	66 55	43 29	10 9	7 6	481

表11 2005年から2006年への遷移確率行列 P^{0506}

a補	b新	c工	d仮	e未	f利	g空
0.98	0.00	0.20	0.00	0.02	0.00	0.00
0.00	1.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.00	0.16	0.06	0.14	0.20	0.00
0.00	0.00	0.04	0.86	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.04	0.03	0.84	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.80	0.00
0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	1.00

表12 2006年から2008年への遷移確率行列 P^{0608}

a補	b新	c工	d仮	e未	f利	g空
0.99	0.00	0.59	0.05	0.03	0.00	0.13
0.00	1.00	0.05	0.00	0.08	0.00	0.00
0.01	0.00	0.32	0.02	0.15	0.10	0.13
0.00	0.00	0.05	0.93	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.74	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75

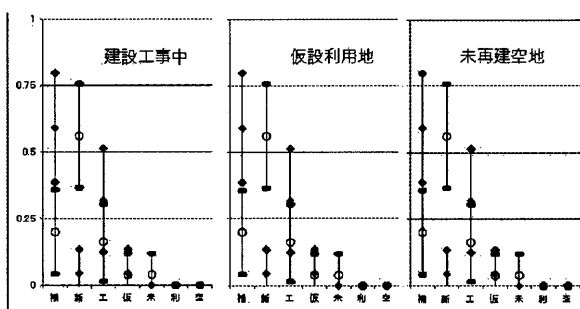


図4 工事中/仮設/未再建空地の遷移確率の期首比較

具体的には P^{0506} について工事中から新築、補修建物への遷移が、また P^{0608} について工事中から補修建物への遷移がこの期首における主要な遷移パターンであることが明示される。これは土地利用遷移行列からも読み取ることが可能であるが、遷移確率行列を用いることでより相対的多寡性が明確となったと言えるだろう。

表13 P^{0506} の固有ベクトル

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7
固有値	1.00	1.00	0.98	0.88	0.84	0.80	0.14
補	0.000	0.000	0.692	-0.397	-0.296	-0.206	0.195
新	1.000	0.000	-0.722	-0.675	-0.377	-0.548	0.536
工	0.000	0.000	0.021	0.146	0.110	0.200	-0.819
仮	0.000	0.000	0.007	0.393	-0.163	-0.117	0.046
未	0.000	0.000	0.007	0.430	0.845	-0.106	0.045
利	0.000	0.000	0.001	0.152	-0.135	0.769	-0.002
空	0.000	1.000	-0.007	-0.049	0.015	0.009	-0.001

表14 P^{0506} の遷移係数行列

k	a補	b新	c建	d仮	e未	f利	g空
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	-0.023	0.000	-0.006	-0.008	-0.010	-0.007	0.000
4	0.003	0.000	-0.015	-0.233	-0.048	-0.037	0.000
5	0.000	0.000	0.001	0.173	-0.160	0.004	0.000
6	-0.001	0.000	0.006	0.116	-0.019	-0.253	0.000
7	-0.028	0.000	1.024	-0.064	-0.205	-0.312	0.000

表15 P^{0608} の固有ベクトル

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7
固有値	1.00	1.00	0.93	0.90	0.75	0.74	0.31
補	0.000	-0.700	-0.708	-0.637	-0.743	-0.626	-0.651
新	1.000	0.714	-0.007	-0.052	-0.031	-0.251	-0.050
工	0.000	-0.008	0.011	0.114	0.172	0.238	0.756
仮	0.000	-0.005	0.706	-0.168	-0.043	-0.058	-0.055
未	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.697	0.000
利	0.000	0.000	0.000	0.742	0.000	0.000	0.000
空	0.000	0.000	0.000	0.000	0.645	0.000	0.000

表16 P^{0608} の遷移係数行列

k	a補	b新	c工	d仮	e未	f利	g空
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
3	0.001	0.000	-0.006	-0.096	-0.005	-0.020	-0.004
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.135	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.388
6	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.368	0.000	0.000
7	0.010	0.000	-0.902	0.024	0.320	0.153	0.254

次に具体的な利用遷移として遷移係数行列を見てみると、 P^{0506} については、c 工事中からの遷移では第7固有ベクトルの係数が1.024と大きく、固有ベクトルの値から、c 工事中が減少し b 新築再建に遷移する方向が主要な遷移である。また d 仮設利用地については第4と第5固有ベクトルの係数が-0.233, 0.173と相対的にみて絶対値が大きく、第4固有ベクトルと第5固有ベクトルを加算したベクトルが主要な遷移であると解釈される。



図5 再建遷移事例

以上、土地利用遷移確率行列を用いることで、災害からの市街地復興における形態遷移型再建の方向性を一定程度把握することができたとと言えるだろう。

再建遷移パターンの具体例として、図5は3時点の調査写真データのサンプルである。No Photoとなっているのは、2006年時点で2005年調査結果と変化がなく、調査効率の意味で写真撮影をパスしているためである⁽⁵⁾。

5. 得られた知見と課題

(1) 中心市街地の空間再建遷移調査からの知見

本研究は、アダパザルにおけるマルマラ地震からの都市復興過程を整理した上で、中心市街地における発災6年目、7年目、9年目の空間再建遷移調査を分析してきた。現地調査から得られた知見は次のようにまとめられる。

1) 調査地点は、大都市圏自治体により階数制限しつつ商業業務機能維持を図るという方針が示され再建が進む中、中心市街地の幹線道路沿い約 4,500m、481 地点を設定した、各地点の被害程度は大被害 39.3%でサカルヤ県全体の集計値より被害が集中しているサンプルとなった。

2) 2005 年時点において「新築再建」が 64 棟 (13.3%)、仮設利用地が 66 地点 (13.7%)、未再建空地が 43 地点 (8.9%) であった。481 地点のうち最も多かったのは、無被害建物+補修建物を合わせた 266 棟 (55.3%) であった。また大被害建物 189 棟のうち、新築再建は 40 棟 (21.2%)、仮設利用地 51 地点 (27.0%)、未再建空地 30 地点 (15.9%) であった。なお補修の程度については今回の外観目視調査だけでは限界がある。また被害程度は大都市圏庁の地図データによるため、地図化に伴う誤差も考慮すべき点であろう。

3) 2006 年と 2008 年の差分調査から、補修済み建物は 266 棟から 2006 年では同数の 266 棟、2008 年では 282 棟と増加、新築再建建物も 64 棟から 2006 年の 78 棟、2008 年の 82 棟と増加していることがわかった。一方、仮設利用地が 66 地点から 2006 年の 58 地点、2008 年の 55 地点へ、また未再建空地は 43 地点から 2006 年の 39 地点、2008 年の 29 地点に減少していた。2008 年時点で大被害地点 189 地点のうち未再建は 12.2%程度であり、仮設利用地も再建過程に含めれば、市街地再建が進行している傾向にあることがわかった。

4) 新築再建建物について、2008 年調査で確認された 82 棟のうち、1 階建てが 12 棟、2 階建てが 63 棟で、92%の建物で建築階数制限が遵守されていることが明らかとなった。調査中に聞いた近隣住民の話によれば、従前建物は 4.5 階建てが多かったとのことである、つまり床面積減少となっている 2 階建て再建であった。また建物用途の点からは商業系用途が、補修建物では 30.8%に対し新築再建では 84.2%と高く、逆に住商併用利用が補修建物で 46.5%に対し新築再建で 4.9%と低くなっていた。これらの結果から、大被害を被った建物の除却・新築再建パターンとして、住商併用中層ビルから、商業用途 2 階建物への遷移が起きていることが裏付けられる。

5) 遷移確率行列を用いることによって、3 時点の再建遷移をモデル化した。二項分布に基づく区間推定により、期首間の遷移確率 p_{ij} は異なり、調査データからは非マルコフ過程であることを支持するものと言える。またスペクトル分解によって、主要な再建遷移パターンを把握できることを示した。すなわち、たとえば工事中建物からの主要遷移パターンとして、遷移係数行列から絶対値の

大きい固有ベクトルを選択し、新築再建への遷移が主要パターンであることが得られた。

(2) 階数制限されたアダパザル市の復興課題

調査結果から、1999 年マルマラ地震により被災し除去後に新築再建した建物は、従前の低層階が商業で中層階以上が住居という住商併用建物から、低層商業建物へと推移していることが示唆された。これは言い換えれば、建築規制により、減築を伴う建物再建が進行していること、またこれにより従前分の住戸が現地再建を果たせず、住宅不足が生じていないか、市民からの不満はあがっていないのか、という疑問が生じる。ヒアリングした限りでは、関係機関である大都市圏庁都市計画担当および公共事業住宅省サカルヤ県支所では住宅不足という認識を示しておらず、郊外復興住宅団地および郊外地域の新規開発で、十分な住宅供給がなされているという見解であった。また建築規制について実際に減築再建となった商業ビルオーナーや、調査時に住民と話をした限りでは「妥当なこと、緩和すべきでないと思う」という回答が大半であった。この点は郊外復興住宅を含む住宅不動産市場の分析が必要だが、階数制限により従前床面積以下の再建という厳しい条件に対して従前権利者の不満が激しくない理由として 2 点ほど指摘できる。

1 点目に本論文前半で触れた災害法に基づく公的な住宅再建支援策。すなわち中央政府による分譲住宅の取得/住宅取得または現地再建のための特別ローン、という優遇策（一種の財産補償策）を受けていること。2 点目に、震災体験である。アダパザルは 1943 年に Mw6.6、1967 年に Mw7.2 の地震に襲われ、1943 年の地震では死者 336 名、建物全壊 2,240 棟、1967 年の地震では死者 89 名、建物全壊 5,569 棟の被害に見舞われている。つまり 1999 年のマルマラ地震以前に、32 年と 24 年という間隔で震災を経験してきた都市であり、「次の災害では、より被害を少なくする都市をめざそう」という緩やかな住民意識があると思われる。

調査地点 481 のうち、9 年目の 2008 年時点で未再建地点は 6.0%(29 地点)で、大都市圏庁の方針に概ね沿った中心部の再建が進行しているものと考えられる。一方で、中古車販売といった商業利用ではあるものの現況から「仮設利用」と見なせる調査地点は 11.4%(55 地点)であり、解体除去された建物の本格再建について歩留まりが生じている面もある。この歩留まりの最も大きな問題と考えられるのは、従前権利者間の権利調整である。減築をともなう区分所有建物の再建について合意形成にかかる法的な支援策は用意されなかった。しかし本調査でも減築を伴う二階建て再建事例は 75 件確認されている。これらの再建事例について、権利調整内容を明らかにすることが歩留まり問題を掘り下げて考えることになる。

最後に長期的な視点として、発災時 3 階建て以上で地震後に補修した建物については、減築指導する法制度手法もなく、地震前からの 4.5 階建て建物とのアンマッチ景観も表出している。都市復興という視点から、将来的な空間変化と都市政策の対応を追っていく必要があると考えられる。

謝辞

本研究の実施にあたり、アダパザル大都市自治体、公共事業住宅省にインタビュー調査に応じてもらい、資料提供を受けた。

またハイリエ・センギュン（公共事業住宅省），ルーシェン・ケレシュ（アンカラ大学名誉教授），イナン・オネル（株）イデア・インスティテュート）からは研究実施に際し多大なるご支援をいただいた，記して感謝いたします。

中心部の現地調査においては，米野史健（大阪市立大学），福留邦洋（新潟大学），石川永子（人と防災未来センター），覚知昇一，金田正史（東京消防庁，当時首都大学東京への派遣大学院生）に協力を得た。

本研究は，基盤研究(B)：トルコにおける被災市街地の移転復興が現地復興に与えた影響と復興手法としての可能性（平成 19 年度～平成 21 年度，研究代表：中林一樹）による研究成果の一部である。

補 注

- (1)トルコの地方自治制度として，1984 年の大都市圏自治体法に基づき，基礎自治体の連合として「大都市圏自治体」を構成するが（詳しくは例えば文献 8），アダバザルは震災後の 2000 年 3 月に大都市圏自治体となり，移転復興を含む開発計画立案の主体となっている。また 2004 年にさらに市域を拡張している。
- (2)死因に関して，建物の下敷きになって亡くなった方の少なくとも 50%は 6 時間の時点で生存していた，と報告されている（IFRC/RCS, World Disasters Report, 2000）
- (3)公的機関も含め即地的な市街地再建状況のモニタリング調査が未実施で悉皆調査への理解が難しく，また地図利用などに許可が得られず，調査に制限が課せられるという条件も影響している。
- (4)2005 年調査は 8 月 5 日から 6 日間。2006 年調査は 8 月 23 日から 3 日間，2008 年調査は 9 月 1 日から 3 日間の行程を要した。
- (5)写真が必ずしも同一位置からの撮影ではないため再建変化を認識しづらい面もあるが，データの GIS 上で ID 管理し，画像も引き延ばし可能な質を確保している。

参考文献

- 1)石川永子ら：トルコにおける移転型復興住宅の供給政策に関する研究－社会的背景と被災者の意識変化に着目して－，地域安全学会論文集 No.6, pp.197-206,2004
- 2)日本建築学会・土木学会・地盤工学会：1999 年トルココジャエリ地震災害調査報告, 2001
- 3)Rita Jalali, Civil Society and the State: Turkey after the Earthquake, Disasters, 26(2), pp.120-139, 2002
- 4)中林一樹ら：地震災害からの復旧・復興過程に関する日本・トルコ・台湾の国際比較研究, 科研費基盤 A 成果報告書, 2004
- 5)Polat Gülkan, Revision of the Turkish Development LAW No.3194 Governing Urban Development and Land Use Planning, NATO Science Series, IV. Earth and Environmental Sciences, vol.3, pp.191-206, 2001
- 6)Murat Balamir, Recent Changes in Turkish Disaster Policy, Mitigation and Financing of Seismic Risks: Turkish and International Perspectives, NATO Science Series, IV. Earth and Environmental Sciences, vol.3, pp.207-236, 2001
- 7)澤田雅浩ら：トルコ・マルマラ地震からの復旧復興プロセスを支えた各種制度とその変容，地域安全学会論文集 No.6, pp.173-180, 2004
- 8)R・ケレシュ，加納弘勝：トルコの都市と社会意識，アジア経済研究所，1990
- 9)Adapazari 2030 Kent Makroformu Cevre Duzeni Nazim Imar Plan, Adapazari Belediye, 1998
- 10)The Ministry of Public Works and Settlement, Eastern Marmara Earthquakes and The Following Planning and Recinstruction

Efforts Towards A Sustainable Future, American-Turkish Council 19. Annual Conference, 2000

- 11)Sakarya Iki Bayindirlik ve Iskan Mudurlugu, Brifing Dosyasi, 2003.8.15
- 12)村尾修：1999 年台湾集集地震における空間変容と復興再建過程，日本建築学会計画系論文集 607 号, pp.95-102, 2006
- 13)塩野計司：地震後の住宅回復過程の調査票—2004 年新潟中越地震・川口町東川口での試み—, 2006
- 14)石坂公一：土地利用遷移行列の分析手法に関する研究」日本建築学会計画系論文集 436 号, pp.59-69, 1992 年
- 15)青木義次・永井明子・大佛俊泰：遷移確率行列を用いた土地利用分析における誤差評価」日本建築学会計画系論文集 456 号, pp.171-177, 1994
- 16)Hayriye SENGUN, Ahizer KOCAK, Urban Reconstruction Process in Turkey in the Post Earthquake Period, World Congress on Housing November 03-07, Kolkata, India, 2008

(原稿受付 2009.5.30)

(登載決定 2009.9.12)